



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE ORELLANA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays. L*) HÍBRIDO DEKALB 7088 CON LA APLICACIÓN DE DISTINTAS DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN LA PARROQUIA TRES DE NOVIEMBRE**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** ANTHONY JOEL PRADO RUIZ

**DIRECTOR:** ING. RODRIGO ERNESTO SALAZAR LOPEZ MSc.

El Coca – Ecuador

2023

© 2023, Anthony Joel Prado Ruiz

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Anthony Joel Prado Ruiz, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 21 de noviembre del 2023



**Anthony Joel Prado Ruiz**

**110562702-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays. L*) HÍBRIDO DEKALB 7088 CON LA APLICACIÓN DE DISTINTAS DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN LA PARROQUIA TRES DE NOVIEMBRE**, realizado por el señor: **ANTHONY JOEL PRADO RUIZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

|   | <b>FIRMA</b>   | <b>FECHA</b> |
|---|--|--------------|
| Ing. Fabian Miguel Carrillo Riofrío. MSc.<br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>                       |  | 2023-11-21   |
| Ing. Rodrigo Ernesto Salazar López. MSc.<br><b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR</b> |  | 2023-11-21   |
| Ing. Maritza Carolina Sanchez Capa. MSc.<br><b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR</b>  |  | 2023-11-21   |

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por permitirme cumplir con una meta más en mi vida, a mi madre Ismenia que desde el cielo me cuida y sé que está orgullosa por este nuevo logro que he alcanzado, a mi padre Darwin por siempre confiar y creer en mí todo este tiempo, por todas tus enseñanzas y esfuerzos para hacer de mí una mejor persona. A mi abuela Juana por apoyarme, por darme ese empujón para seguir adelante, a mis tíos, a mis hermanos Jefferson y Viviana. A mi novia Yajaira por todo su apoyo en esta etapa.

Anthony

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de manera muy especial a mi padre y mi abuela por el apoyo incondicional que me dieron durante toda mi vida estudiantil. A mi tío Jaime por permitirme desarrollar mi trabajo experimental en la finca Prado, A esta hermosa universidad, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de cumplir mis estudios durante estos 5 años de mi vida estudiantil. A todos los docentes de la carrera de Agronomía quienes con sus conocimientos han logrado crear excelentes profesionales.

Anthony

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| INDICE DE TABLAS.....         | x    |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES ..... | xi   |
| INDICE DE ANEXOS .....        | xii  |
| RESUMEN.....                  | xiii |
| SUMMARY .....                 | xiv  |
| INTRODUCCIÓN .....            | 1    |

### CAPITULO I

|   |   |
|---|---|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....         | 3 |
| 1.1. Planteamiento del problema .....     | 3 |
| 1.2. Justificación.....                   | 4 |
| 1.3. Objetivos.....                       | 5 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....      | 5 |
| 1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> ..... | 5 |

### CAPÍTULO II

|  |   |
|--|---|
| 2. MARCO TEÓRICO .....                     | 6 |
| 2.1. Cultivo de maíz.....                  | 6 |
| 2.2. Origen.....                           | 6 |
| 2.3. Descripción taxonómica .....          | 7 |
| 2.4. Descripción botánica .....            | 7 |
| 2.5. Morfología de la planta de maíz ..... | 8 |
| 2.5.1. <i>Sistema radical</i> .....        | 8 |
| 2.5.2. <i>Tallo</i> .....                  | 8 |

|  |        |
|--|--------|
| 2.5.3. <i>Inflorescencia</i> .....                                   | 8      |
| 2.5.4. <i>Hojas</i> .....  | 9      |
| 2.5.5. <i>Fruto</i> .....  | 9      |
| 2.5.6. <i>Los Granos</i> .....                                       | 9      |
| 2.6. <b>Fenología del maíz</b> .....                                 | 10     |
| 2.7. <b>Siembra</b> .....  | 11     |
| 2.8. <b>Fertilización del maíz</b> .....                             | 11     |
| 2.8.1. <i>Nitrógeno</i> .....  | 11     |
| 2.8.2. <i>Fósforo</i> .....  | 12     |
| 2.8.3. <i>Potasio</i> .....  | 12     |
| 2.9. <b>Control de malezas</b> .....                                 | 13     |
| 2.10. <b>Problemas por enfermedades en el cultivo de maíz</b> .....  | 13     |
| 2.10.1. <i>Enfermedades foliares</i> .....                           | 14     |
| 2.10.2. <i>Daño en las mazorcas</i> .....                            | 14     |
| 2.10.3. <i>Daños en el tallo</i> .....                               | 14     |
| 2.10.4. <i>Problemas por insectos plagas</i> .....                   | 15     |
| 2.11. <b>Híbrido del maíz</b> .....                                  | 15     |
| 2.11.1. <i>Características agronómicas del híbrido D k7088</i> ..... | 15     |
| <br><b>CAPÍTULO III</b>  |        |
| <br><b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....                               | <br>17 |
| 3.1. <b>Ubicación del área de investigación</b> .....                | 17     |
| 3.2. <b>Materiales</b> .....   | 18     |
| 3.3. <b>Metodología</b> .....  | 18     |
| 3.3.1. <i>Factores de Estudio</i> .....                              | 18     |
| 3.3.2. <i>Análisis del suelo</i> .....                               | 18     |
| 3.3.3. <i>Diseño del experimento</i> .....                           | 19     |

|  |    |
|--|----|
| <b>3.3.4. Análisis estadístico</b> .....           | 20 |
| <b>3.3.5. Característica del experimento</b> ..... | 20 |
| <b>3.3.6. Manejo del experimento</b> .....         | 21 |
| <b>3.3.7. Variables evaluadas</b> .....            | 22 |

## **CAPÍTULO IV**

|  |    |
|--|----|
| <b>4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....                   | 25 |
| <b>4.1. Altura de la planta después de la siembra a los 15, 30 y 60 días</b> ..... | 25 |
| <b>4.2. Número de hojas de la planta a los 15, 30 y 60 días</b> .....              | 26 |
| <b>4.3. Porcentaje de incidencia y severidad de la planta</b> .....                | 27 |
| <b>4.4. Peso de las mazorcas en m<sup>2</sup> y rendimiento en kg/ha</b> .....     | 28 |
| <b>4.5. Análisis económico</b> .....   | 29 |

## **CAPÍTULO V**

|  |    |
|--|----|
| <b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | 30 |
| <b>5.1. Conclusiones</b> .....                 | 30 |
| <b>5.2. Recomendaciones</b> .....              | 31 |

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabla 2-1: Descripción taxonómica del maíz .....</b>                       | <b>7</b>  |
| <b>Tabla 2-2: Fenología del maíz.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>Tabla 2-3: Características agronómicas del híbrido DK 7088.....</b>        | <b>16</b> |
| <b>Tabla 3-1: Localización del experimento .....</b>                          | <b>17</b> |
| <b>Tabla 3-2: Análisis del experimento .....</b>                              | <b>19</b> |
| <b>Tabla 3-3: Diseño del experimento .....</b>                                | <b>19</b> |
| <b>Tabla 3-4: Tratamientos establecidos en el experiment .....</b>            | <b>19</b> |
| <b>Tabla 3-5: Características del experimento .....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>Tabla 4-1: Altura de la planta .....</b>                                   | <b>25</b> |
| <b>Tabla 4-2: Número de hojas .....</b>                                       | <b>27</b> |
| <b>Tabla 4-3: Incidencia % y severidad% de la planta .....</b>                | <b>28</b> |
| <b>Tabla 4-4: Peso (kg/m<sup>2</sup>) y Rendimiento mazorca (kg/ ha).....</b> | <b>29</b> |
| <b>Tabla 4-5: Análisis económico .....</b>                                    | <b>29</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Ilustración 2-1: Descripción botánica del maíz .....</b>      | <b>8</b>  |
| <b>Ilustración 3-1: Ubicación del área de investigación.....</b> | <b>17</b> |
| <b>Ilustración 3-2: Croquis del experimento.....</b>             | <b>21</b> |
| <b>Ilustración 4-1: Altura de la planta .....</b>                | <b>26</b> |
| <b>Ilustración 4-2: Número de hojas .....</b>                    | <b>27</b> |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A.** TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA

**ANEXO B.** TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS

**ANEXO C.** TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD

**ANEXO D.** COSTOS FIJOS DELANALISIS ECONOMICO DE LA INVESTIGACION

**ANEXO E.** EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

## RESUMEN

El avance tecnológico ha reducido significativamente las importaciones en las zonas costeras y en la Amazonia, siendo el cultivo de maíz un aspecto prominente en la provincia de Orellana. El manejo adecuado de fertilizantes es esencial para optimizar los rendimientos en esta actividad agrícola, aunque la determinación, precisa de la cantidad adecuada representa un desafío, dado que el exceso o la falta pueden acarrear pérdidas económicas y ambientales. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de distintos niveles de fertilizantes NPK (Nitrógeno, Fósforo, Potasio) en el cultivo de maíz en la finca Prado, ubicada en la provincia de Orellana. Se analizaron parámetros de desarrollo y productividad al aplicar diversos fertilizantes (Urea, Triple 15, Muriato de Potasio) con diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, incluyendo un tratamiento sin fertilizantes. La prueba de Tukey con un 95% de probabilidad se empleó para analizar las diferencias entre los promedios obtenidos. Los resultados revelaron un crecimiento significativo en las plantas que recibieron fertilización completa, alcanzando una altura de 238,92 cm a los 60 días de evaluación. El mejor rendimiento se logró con la aplicación de 180 N(Nitrógeno), 60 P(Fósforo) y 150 K(Potasio), obteniendo 11100 kg/ha, una relación beneficio/costo de 3,57 y una rentabilidad del 158%. Se observó una relación directa entre la fertilización y el crecimiento de las plantas, así como con la producción de maíz, demostrando la importancia de una adecuada gestión de fertilizantes para optimizar los rendimientos agrícolas y económicos. En conclusión, este estudio identificó los efectos positivos de diferentes niveles de fertilizantes NPK en el cultivo de maíz, destacando la influencia directa en el crecimiento de las plantas y la producción, enfatizando la necesidad de una gestión precisa y balanceada de fertilizantes para maximizar los resultados agrícolas y económicos.

**Palabras clave:** < MAÍZ>, < CULTIVO >, < FERTILIZACIÓN>, < RENDIMIENTO>.

*Cristian Tenelanda.*

Ing. Cristian Sebastián Tenelanda S.

0604686709



**1982-DBRA-UPT-2023**

## SUMMARY

Technological progress has significantly reduced imports in coastal areas and Amazonia, with maize cultivation being a prominent feature in Orellana province. Proper fertilizer management is essential to optimize yields in this agricultural activity, although the precise determination of right amount represents a challenge, since excess or fertilizer lack can lead to economic and environmental losses. The objective this study was to evaluate the different level impact of NPK (Nitrogen, Phosphorus, Potassium) fertilizers on maize cultivation in the Prado farm, located in Orellana province. Development and productivity parameters were analyzed when applying different fertilizers (Urea, Triple 15, Potassium Muriate) with different doses of nitrogen, phosphorus and potassium, including a treatment without fertilizers. Tukey's test with 95% probability was used to analyses the differences between the averages obtained. The results revealed significant growth in the plants that received complete fertilization, reaching a height of 238.92 cm after 60 days. The best performance was achieved with the application of 180 N (nitrogen), 60 P (phosphorus) and 150 K (potassium), obtaining 11100 kg/ha, a benefit/cost ratio of 3.57 and a profitability 158%. A direct relationship was observed between fertilization and plant growth as well as maize production, demonstrating the importance of proper fertilizer management to optimize agricultural and economic yields. In conclusion, this study identified the positive effects of different NPK fertilizer levels on maize cultivation, highlighting the direct influence on plant growth and yield, emphasizing need for accurate and balanced fertilizer management to maximize agricultural and economic results.

**Keywords:** <MAIZE>, <CROP>, <FERTILISATION>, <YIELD>.

Translated by:



Lcda. Nancy de las Mercedes Barreno Silva. Mgs.

**CI:** 060275902-9

**DOCENTE-INGLES SEDE ORELLANA**

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la producción de maíz (*Zea mays*) es considerada una actividad agrícola relevante, dado que este cultivo es empleado tanto para la alimentación humana como animal. Durante el año 2021, aproximadamente 355 mil hectáreas de tierra en Ecuador fueron utilizadas para sembrar maíz, lo que resultó una producción estimada de 1.38 millones de toneladas de maíz duro. La mayor parte de esta producción, entre el 78% y el 80%, corresponde a maíz duro, mientras que el 20-22% restante es de maíz suave. En las regiones de la Costa y la Amazonía de Ecuador, se cultiva principalmente maíz amarillo duro, especialmente híbridos, que presentan un rendimiento promedio de 4.64 toneladas por hectárea de producción. Por otro lado, en la Sierra, el maíz cultivado es en su mayoría de variedades de libre polinización con granos suaves o harinosos, y su rendimiento promedio es de 0.82 toneladas por hectárea de producción (MENDOZA, et al. 2022 pp 18-19).

En los últimos años, la producción y productividad de maíz amarillo duro de uso industrial para balanceados y de maíz blanco duro que es utilizado para alimentación humana en fresco (choclo), aumentó en las zonas costeras y en la Amazonía debido a los avances tecnológicos, lo que ha permitido reducir las importaciones de maíz, que representan alrededor del 85% al 90% del total del país. Además, ha existido inversión en innovación, en mejoramiento genético, desarrollo de variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento. También ha existido mejoras en el manejo agrícola de cultivos, incluida la labranza, densidad de plantas, fertilización, manejo integrado de insectos, plagas y enfermedades, riego y mejora en los procesos de cosecha y postcosecha (CAVIEDES, et al. 2022 pp 2-3). En la provincia de Orellana, en los últimos años, se ha visto un gran aumento en la expansión de tierras agrícolas, para cultivos de corto plazo como el maíz (SUAREZ, et al. 2018 pp 5-8).

El manejo de fertilizantes orgánicos e inorgánicos es primordial en cualquier sistema de producción agrícola para aumentar los rendimientos. El uso excesivo de fertilizantes inorgánicos ha provocado un aumento de la contaminación ambiental. Sin embargo, el uso de fertilizantes orgánicos mejora la condición del suelo, lo que resulta en crecimiento y rendimiento. El nitrógeno es el nutriente más importante para el maíz de alto rendimiento. Los productores de maíz saben que las plantas necesitan las concentraciones correctas de fertilizantes para lograr altos rendimientos, pero el dilema es cuánto aplicar para obtener altos rendimientos porque el fertilizante no utilizado conduce a pérdidas económicas y daños al medio ambiente (CEPEDA, et al. 2020 pp 3-4).

Por lo tanto, el motivo de la investigación tiene como objetivo dar a conocer el efecto que causa con distintas dosis de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays*) para mejorar la calidad y aumentar el rendimiento de las cosechas, en la parroquia 3 de noviembre.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

El maíz es el principal cultivo de cereales en el mundo, mientras que, en promedio durante los últimos 5 años, el área sembrada de trigo en el mundo supera el área sembrada de maíz en aproximadamente un 28%, el rendimiento promedio de maíz en los últimos 5 años en el mundo ha superado la media del mismo período en el cultivo de trigo en un 23% (FAO, 2017) (GUILLIN, et al. 2020 pp. 15-17).

El maíz es importante tanto para la alimentación humana como animal, por ende esta investigación tiene como finalidad evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilización en el cultivo de maíz en la parroquia 3 de Noviembre, dado que en Orellana existe carencia de estudios de fertilización en el cultivo y los productores locales generan sus programas de aplicación de nutrientes basados en recomendaciones de otros productores, lo que impide resultados favorables e incluso llegan a tener pérdidas económicas. Por lo que esta investigación se planteó dos preguntas de investigación, una para cada objetivo específico, estas preguntas son: a) ¿Cómo influye la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización en el cultivo de maíz Dekalb 7088, localizado en la Parroquia Tres de Noviembre? y b) ¿Qué tratamiento de fertilización es más rentable para la producción de maíz Dekalb 7088?.

En la provincia de Orellana, en el 2020 se han implementado actividades para fortalecer el sector agropecuario. Se ha desarrollado soporte técnico y capacitación para mejorar la producción en varios campos. Además, se ha legalizado la tierra para facilitar a los productores el acceso a los medios de producción. Se han aprobado siete opciones de silvicultura de productos básicos y 604 agricultores han recibido asistencia técnica para cultivar maíz y arroz. También se han elaborado 202 planes de manejo integral de fincas priorizando la conservación y la producción sustentable; 150 productores han sido capacitados en escuelas de campo (MAG, 2021). En Orellana el mejor año para el cultivo de maíz fue 2017 con un rendimiento de 3,2 T/ha (64qq/ha). La diversidad de semillas utilizadas o adaptadas en esta región son Triunfo, Emblema e híbridos conocidos como Dekalb 7088. Trueno 3383 (GADPO, 2020 pp. 39-44).

En Orellana no existe evidencia de investigaciones experimentales de este tipo por lo que la información que genere este estudio permitirá que los productores de la zona tengan una mejor

visión de cómo realizar la fertilización de forma correcta y logren mejorar el rendimiento en la producción de maíz y consecuentemente se alcancen mayores ingresos.

El siguiente ensayo experimental aplica una metodología sencilla ya que contamos con un terreno en óptimas condiciones, además los costos de implementación no son elevados, las herramientas para medir los parámetros están disponibles para los investigadores, el lapso a evaluar las variables será hasta que la mazorca de maíz se encuentre en etapa vegetativa R3 (Grano lechoso).

## **1.2. Justificación del problema**

En el Ecuador, la industria del maíz es importante ya que contribuye positivamente al crecimiento económico del país. Según estadísticas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), Ecuador ha sembrado unas 270.000 hectáreas de maíz seco anualmente en la última década, con una producción actual de más de 1 millón de toneladas y 85% este trabajo es para la industria del equilibrio. Según la FAO, el maíz es uno de los cultivos más productivos debido a los avances tecnológicos rápidos y significativos en la forma en que se cultiva, lo que provocó una revolución agrícola que se generalizan en muchas partes del mundo (TRIVIÑO, et al. 2019 pp. 6-7).

El maíz se produce mediante el método secado que aprovecha la temporada de verano y para la época de invierno que ocurre en las últimas semanas del año que es en diciembre. Para recolectar maíz, existen 3 modalidades, la primera modalidad está vinculada a empresas de acopio relevante para el sector financiero y bancario. En segundo lugar, está representado por agroindustrias que incluyen bodegas para almacenar maíz, y finalmente en tercer lugar, esto está representado por pequeñas empresas que actualmente están conectadas y tienen inventario de su producción. El sector agropecuario ha jugado un papel importante desde hace muchos años, sin embargo, la economía ecuatoriana en el año de 1970 con la aparición del aceite negro, petróleo, las inversiones agrícolas cayeron notablemente y esto se convirtió en el menor aporte a la economía alcanzando un PIB de 7,32% en el 2015, esta cifra se ha ido recuperando debido a la mejora de la productividad gracias a las recientes caídas de precios de petróleo (NARANJO, et al. 2020 pp. 77-79).

La siembra de maíz duro, poco después de la primera temporada lluvia mejora la eficacia de la fertilización, así como la utilización del nitrógeno liberado por la descomposición de la materia orgánica, probado a principios de invierno. Hay una acumulación importante de nitratos (la forma en que las plantas pueden absorber el nitrógeno), si la siembra se hace lo antes posible, el cultivo lo aprovechará, el rendimiento puede disminuir gradualmente con la siembra más tardía. Además, la siembra muy tardía debilita la planta, aumentando el riesgo de almacenamiento e invasión de plagas y enfermedades. Un buen control de malezas es esencial durante las primeras semanas de

cultivo si se incorporan fertilizantes al momento de la siembra, de lo contrario crecerán malezas que competirán ferozmente por el nitrógeno y el agua. (CARRILLO, et al. 2019 pp. 28-29).

El nitrógeno es el elemento más importante en la producción de cultivos en suelos normales con fertilidad moderada en relación con otros elementos. En el suelo, la principal forma disponible para los cultivos es el nitrato, que esta soluble en el agua. Por lo tanto, está disponible para el cultivo y es susceptible al lavado si es que tiene drenaje ya sea por lluvia o riego. Esto significa que deben gestionarse con gran precisión para aumentar la eficiencia y evitar el impacto ambiental. El manejo adecuado del riego es esencial para evitar desgastes por lixiviado de N durante el cultivo (RODRIGUEZ, et al. 2018).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

- Evaluar los efectos de las diferentes dosis de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays. L*) híbrido Dekalb 7088, en la Parroquia Tres de Noviembre.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Determinar el efecto de diferentes tratamientos de fertilización en el cultivo de maíz, mediante el establecimiento de un ensayo experimental en la parroquia Tres de Noviembre.
- Conocer la rentabilidad de la aplicación de distintas dosis de fertilizante en el cultivo de maíz.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Cultivo de maíz

El cultivo de maíz, junto con el arroz y el trigo, son considerado uno de los cereales más importantes del mundo, aportando nutrientes tanto para los seres humanos y animales como también es considerada la materia prima principal de la industria de transformación para producir almidón, alcohol, aceite, edulcorantes alimentarios y la mayoría recientemente, combustibles (Méndez , 2016 pp. 7-12).

#### 2.2. Origen

El maíz es originario de un número limitado de regiones de México, y las variedades más desarrolladas luego migran a otras partes de las Américas. Hoy en día, no hay duda de que el maíz se originó en América, pero nunca se mencionó en ningún tratado antiguo ni en la Biblia hasta que Cristóbal Colón descubrió las Américas, quien descubrió por primera vez las Américas. El primer avistamiento de maíz fue en Cuba en octubre de 1492. El maíz se originó alrededor de 8000 a 600 a.C en Mesoamérica (México y Guatemala), quizás a lo largo de los acantilados occidentales del centro o sur de México, a 500 kilómetros de la Ciudad de México. El ecosistema que produjo el maíz es de invierno -estacionalmente seco, alternando con lluvias en verano- y montañoso, con fuertes pendientes y acantilados de piedra caliza. Las propiedades anteriores también describen el área más grande ocupada por el género *Tripsacum*. Tres puntos de vista populares sobre el origen del maíz explican que descende de: una forma silvestre de maíz, teosinte silvestre, ancestro no especificado (ni maíz silvestre ni teosinte). Cada teoría se basa en evidencia de diferentes campos de investigación, que van desde análisis arqueológico, bioquímico, isomérico y molecular, así como análisis citológico, morfológico y taxonómico (Acosta , 2022 pp. 113).

México es considerado el centro principal de diversidad genética, y la región andina como secundaria, donde la producción del maíz ha logrado un rápido desarrollo. Se ha mencionado que de las 50 variedades que se encuentran en México, siete están aprobadas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, por lo que México es el centro de distribución de estas, donde se encuentran unas 27 o más de ellas son variedades antiguas endémicas. El resto se resumen en diferentes modelos posibles del origen del maíz, como la evolución vertical del maíz moderno a partir del maíz silvestre, la transición del teosinte al maíz, la separación entre el maíz

y el teosinte derivado de un ancestro común, posiblemente segregado en un proceso de evolución, hibridación, maíz derivado como un híbrido entre teosinte y una hierba desconocida (Wyatt, 2016, pp. 2).

El maíz recién madurado se puede cocinar y comer, mientras que los granos de maíz secos se usan para hacer y destilar bebidas alcohólicas. La harina de maíz se puede utilizar en panaderías y en la producción de almidones para ropa. Tradicionalmente, los granos de maíz se almacenaban en graneros, con o sin cáscara. Los métodos tradicionales de almacenamiento son peligrosos porque dejan el grano almacenado vulnerable a plagas y enfermedades. Por lo tanto, debido a estas tiendas pobres, los agricultores siempre venden su maíz en el momento de la cosecha, dejando solo una pequeña cantidad para sembrar en la siguiente cosecha (Adedire, et al. 2019 pp. 834-839).

### 2.3. Descripción taxonómica

Según Acosta (2009), la descripción taxonómica del maíz es la siguiente:

**Tabla 2-1:** Descripción taxonómica del maíz

---

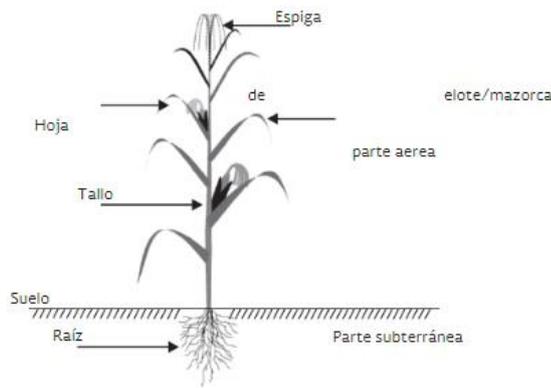
|                                |
|--------------------------------|
| <b>Reino:</b> Plantae          |
| <b>División:</b> Magnoliophyta |
| <b>Clase:</b> Liliopsida       |
| <b>Orden:</b> Poales           |
| <b>Familia:</b> Poaceae        |
| <b>Tribu:</b> Maydeas          |
| <b>Género:</b> <i>Zea</i>      |
| <b>Especie:</b> <i>mays</i>    |

---

Fuente: Acosta, 2009

Realizado por: Prado, 2023

### 2.4. Descripción botánica



**Ilustración 2-1:** Descripción botánica del maíz

**Fuente:** Gallardo, 2013.

## **2.5. Morfología de la planta de maíz**

Según el Centre Développement Agricole et Forestier (CEDAF, 2011), Las plantas de maíz contienen una raíz fibrosa y un tallo erecto que varía en tamaño según el cultivar con hojas lanceoladas dispuestas e incrustadas en el tallo. Las flores masculinas, al igual que las flores femeninas, son de menor grado y es la que da origen a la mazorca. La planta puede llegar alcanzar una altura de 2,50 metros, dependiendo del cultivo y las condiciones que se presenten.

### **2.5.1. Sistema radical**

Se compone de una raíz principal que se origina en la radícula y tiene una vida útil muy corta después de la germinación. Luego forman un sistema de raíces adventicias que se desarrollan al nivel de la parte superior del tallo y se entrelaza fuertemente bajo tierra. El desarrollo de las raíces dependerá de 2 factores: la humedad y las condiciones existentes en suelo bien humedecido, las raíces pueden llegar a medir hasta 1,80 metros de altura desde el momento de la germinación (Méndez , 2016 pp. 10-12).

### **2.5.2. Tallo**

Tallo erecto, estructura carnosa formada por nudos, aspecto de caña, sin entrenudos, pero con el núcleo esponjoso, visible al cortarlo en sección transversal. Es el eje central del soporte de la planta al que se unen las hojas en posiciones alternas. El relleno interior es carnoso, flexible y contiene mucha agua (Méndez , 2016 p. 12).

### **2.5.3. Inflorescencia**

Constituido por una espiga situada al final del tallo (ápice), formada por 25-30 espiguillas con 2 flores encerradas en dos hojas llamadas glumas, que a su vez están protegidas por complementos. La planta de maíz es una especie monoica con flores masculinas y femeninas. La flor consta de 2 folículos, 3 estambres fértiles y 1 pistilo. La polinización ocurre cuando los folículos pilosos se dilatan, la vaina se desprende, los estambres quedan expuestos y los zarcillos se abren para liberar el polen. La inflorescencia femenina está formada por un caqui o panoja sobre el que se sitúan, un par de glumas exteriores, 2 lemas, 2 pecíolos y 2 flores (Méndez , 2016 pp. 12-15).

#### **2.5.4. Hojas**

Se ubican alternativamente en el tallo con el número de 20-30 hojas, incluyendo vaina, cuello y limbo, estructura flexible, nervadura central fuerte con nervaduras paralelas. Superficie rugosa, peluda, la vaina es una estructura cilíndrica abierta en el extremo que encierra el tallo, la longitud de las hojas en el nivel intermedio es más larga hasta 0,8-1,10 metros. son largas, grandes, lanceoladas, alternas, con nervios paralelos. Se presionan contra el tallo y el mechón contiene vellosidades. Las puntas de las hojas son muy afiladas y cortadas (Méndez , 2016 pp. 12-15).

#### **2.5.5. Fruto**

Una mazorca madura consta de tres partes principales: el pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión (también llamado germen) que se convertirá en la nueva planta. Está compuesto por 15 a 30% del peso de la mazorca, las semillas se alinean verticalmente, con varios cientos de granos por mazorca, botánicamente la cariósida, comúnmente es conocido como grano o semilla (Benítez, 2007 pp. 12-13).

#### **2.5.6. Los Granos**

Se disponen de la siguiente manera: capa externa o membrana dura, capa interna que contiene proteínas y colorantes (amarillos o blancos), el endospermo, que constituye del 85 al 90% de la masa del grano, principalmente maíz crudo donde se determina el valor nutritivo de diferentes cultivos. El embrión se forma por una radícula y una plúmula de pelos que se encuentra en el escutelo y en la parte de la tusa se encuentra las glumas. El grano de maíz consta de las siguientes estructuras: Pericarpio, capa de células de aleurona, endospermo, capa de células epiteliales, escutelo, cotiledones, plúmula, cotiledones, nudo cotiledonar, radícula y coleorriza (Benítez, 2007 pp. 13-14).

## 2.6. Fenología del maíz

Según INTA (2012), la fenología del maíz se divide en dos estados:

**Tabla 2-2:** Fenología del maíz

| ESTADOS VEGETATIVOS      | ESTADOS REPRODUCTIVOS  |
|--------------------------|------------------------|
| <b>VE emergencia</b>     | R1 sedas               |
| <b>V1 primera hoja</b>   | R2 ampolla             |
| <b>V2 segunda hoja</b>   | R3 Grano lechoso       |
| <b>V3 tercera hoja</b>   | R4 Grano pastoso       |
| <b>V(n) enésima hoja</b> | R5 Dentado             |
| <b>VT Panoja</b>         | R6 Madurez Fisiológica |

Fuente: INTA, 2012.

Realizado por: Prado, 2023.

Durante el desarrollo de las etapas fenológicas del maíz ocurren eventos significativos, los cuales se enlistan a continuación:

**V3:** Esta es la primera etapa del cultivo, el punto de crecimiento es bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo desde la aparición de las hojas hasta las heladas dañinas, que interfiere con el poco efecto sobre el crecimiento y el rendimiento final.

**V6:** En esta etapa, es recomendable realizar la fertilización completa, ya que el sistema de raíces nodulares está bien distribuido sobre el suelo. También permite observar los síntomas de carencia de macro y micronutrientes.

**V9:** Durante este período ya se forman varias mazorcas rudimentarias, la panoja crece rápidamente dentro de la planta y acumulan biomasa rápidamente, comienza la absorción de nutrientes y agua, que durará casi hasta el final del ciclo reproductivo.

**V12:** En esta etapa, se puede determinar el tamaño permisible de la mazorca y el número potencial de óvulos en cada mazorca. A medida que crece el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son cruciales.

**V15:** Esta es la etapa de rendimiento más sustancial. Las hojas llegan a aparecer cada una o dos veces al día y las sedas empiezan a crecer en las mazorcas superiores.

**R1:** En esta condición, se determina el número de óvulos fertilizados. El óvulo no fertilizado no produce semillas y muere. Durante este tiempo, el estrés ambiental afecta la polinización y la adaptación, principalmente el estrés hídrico, seca las semillas de seda y los granos de polen. Además, desde el inicio de este estado hasta R5, las semillas se maltratan rápidamente, lo que también provoca el ataque del gusano cogollero, por lo que se requiere el control de plagas.

**R5:** Aquí en esta etapa, los granos de maíz se comienzan a secar comenzando por la parte superior, donde se forma una capa blanca de almidón. Se evita el estrés y las heladas ya que estos factores pueden reducir el peso de las semillas. Cuando llega a R6, los granos de maíz alcanzan su peso máximo y se cosechan.

## **2.7. Siembra**

Al sembrar maíz híbrido, el espacio entre hileras debe ser de 90 a 80 cm, sembrando una semilla cada 20 cm entre planta, a esta distancia de siembra si la tasa de germinación es el 100%, se obtiene como resultado poblaciones de 55.555 y 62.500 plantas por hectárea, respectivamente, mejorando considerablemente la rentabilidad en beneficio para los productores que se dedican a la producción de maíz (Villavicencio, et al. 2009).

## **2.8. Fertilización del maíz**

Antes de fertilizar, es importante analizar el suelo al menos cada dos años para determinar su valor nutricional. Un buen rendimiento de maíz requiere una recuperación promedio de los macronutrientes N-P-K por tonelada: 25 kg N, 11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 23 kg K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por cada 1000 kg de producción esperada, se pueden utilizar las siguientes cantidades de fertilizante: 30 kg N, 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 25 kg K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Estas cantidades se pueden ajustar dependiendo de los resultados del análisis del suelo y los resultados de fósforo disponible y potasio (Juna, 2007).

### **2.8.1. Nitrógeno**

El nitrógeno es el principal elemento que necesitan las plantas, es indispensable en la composición de proteínas, componentes celulares y ácidos nucleicos, por lo que es necesario para el crecimiento de todos los organismos, por otro lado, este elemento debe ser reducido para su aprovechamiento por parte de la planta, crecimiento y luego fijado en iones de amonio (NH<sub>4</sub>) o nitrato (NO<sub>3</sub>-), el proceso microbiano de recuperación de nitrógeno se conoce como fijación biológica de nitrógeno, similar al que los microorganismos pueden realizar en la naturaleza o en simbiosis con las plantas (Mayz, 2004).

Es necesario demostrar la importancia del nitrógeno para el crecimiento y fructificación del maíz, el cual es conocido como componente de las proteínas protoplásmicas vegetales, y está involucrado en el metabolismo, desarrollo y crecimiento. Además, cabe señalar que el proceso de absorción de nitrógeno de la planta se da de manera fuerte y continua hasta que la planta florece y decae paulatinamente en la etapa de madurez, cabe señalar que la falta de nitrógeno provoca necrosis y senilidad completa (Martín, 2009).

### **2.8.2. Fósforo**

El ácido fosfórico contribuye a la función de fertilización y desarrollo favorable de semillas y raíces. Por el contrario, cuando la cantidad de fósforo requerida disminuye, la tasa de crecimiento del pistilo disminuye, lo que conduce a mazorcas irregulares. Por eso, la absorción de este elemento es de primordial importancia durante el período inicial de cosecha, hasta la etapa de floración (Anchundia, 2015).

El fósforo es el segundo elemento más importante para el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. Se considera como uno de los principales factores limitantes para la producción agrícola, cabe agregar que en el suelo existen muchas formas químicas de fósforo, inorgánico y orgánico, según estimaciones, se estima que el fósforo se utiliza como fertilizante usando sólo del 10 al 20% en el primer año, luego precipita en forma poco soluble (Lozano, et al. 2012).

Cabe destacar que el uso equilibrado de fertilizantes en los que adiciones de elementos N, P y S son importantes desde el punto de vista de optimizar el rendimiento, así como aumentar la eficiencia de los nutrientes del suelo y de los fertilizantes. Además, la correcta aplicación de las prácticas de manejo de fertilizantes al momento de distribuir fertilizantes puede aumentar y estabilizar los rendimientos, contribuyendo a la sustentabilidad de la agricultura (García, 2014).

### **2.8.3. Potasio**

El potasio es el tercer nutriente primordial en el organismo de las plantas, se considera un elemento de gran movilidad, y además hace presencia activando las reacciones enzimáticas adecuadas. Este elemento contribuye significativamente a la actividad fotosintética, favoreciendo los sistemas proteicos y también activando el nitrógeno fijo en la atmósfera, aumentando así la eficiencia en el uso del agua. Con la falta de potasio, la fotosíntesis disminuye y la respiración de las plantas aumenta. Estas dos condiciones se encuentran donde la deficiencia de K reduce la

acumulación de carbohidratos, lo que provoca efectos adversos en el crecimiento y la producción de las plantas (Murillo, 2011).

Por tanto, el uso de fertilizantes por el contenido de fósforo y potasio dependerá principalmente de la composición del suelo, si falta fósforo, la planta tardará en madurar y limitará el crecimiento de las raíces. Por otro lado, la falta de potasio puede conducir a la reducción de raíces y, como resultado, las flores no florecen en absoluto, excepto en el área de floración. Las plantas de maíz extraen del suelo alrededor de 179 y 67 kg/ha de nitrógeno y fósforo, respectivamente (Martín, 2009).

## **2.9. Control de malezas**

El cultivo de maíz tiene un ciclo vegetativo que va desde los 40-50 días, en este periodo llega a ser más susceptible a la presencia de malezas (Sánchez, 2004). En áreas con muchas malezas destructivas, preferiblemente se debe usar glifosato a una dosis de 2-3 l/ha, después de las primeras lluvias de la temporada. En la siembra se recomienda utilizar herbicidas selectivos a base de atrazina con dosis de 2,0-2,5 kg/ha en 4000 litros de agua, esto es recomendable aplicar antes y después de la siembra (Eguez, et al. 2012 p. 1-2).

## **2.10. Problemas por enfermedades en el cultivo de maíz**

### ***2.10.1. Enfermedades foliares***

#### ***2.10.1.1. Helminthosporium turcicum***

Surgen manchas prolongadas, que pueden fusionarse en manchas más grandes. El color primero se vuelve gris azulado, luego se vuelve marrón amarillento (Ruiz, 2000).

#### ***2.10.1.2. Puccinia sorghi y P. polysora***

Provoca la roya del maíz, cuyas señales aparecen como pequeñas pústulas de tono color rojo ladrillo o rojo pálido según la especie. Las variedades locales son más susceptibles a la infección, pero los híbridos y los materiales mejorados pueden ser más resistentes (Ruiz, 2000).

#### ***2.10.1.3. Mancha negra de la hoja***

Provocada por el hongo *Phyllachora maidys*, es responsable de pequeñas manchas o lesiones negras brillantes, casi circulares. Por lo general, se encuentra durante los inviernos húmedos y fríos. Las plantas son más sensibles, después de la floración (Remache, 2008).

### **2.10.2. Daño en las mazorcas**

#### *2.10.2.1. Fusarium moniliforme*

Pueden afectar a un solo grano, como también a un grupo de granos que se sumergen en la mazorca. Los granos infestados son de tono color marrón rosado con moho polvoriento y moho algodónoso. Los granos dañados por gusanos de la espiga, ardillas y pájaros son particularmente susceptibles (Ruiz, 2000).

#### *2.10.2.2. Ustilago maydis*

Aparecen en casi todas las partes de la planta, pero es más usual encontrarla en la espiga de forma de agallas grandes, su crecimiento es bastante, inicialmente crece de color plateado, esto es debido a las estructuras del hongo, y en su interior contiene una masa negra que corresponde a las esporas. (Ruiz, 2000).

### **2.10.3. Daños en el tallo**

#### *2.10.3.1. Pudrición acuosa del tallo*

Causada por la bacteria *Dickeya sp.* El síntoma característico de esta enfermedad es una secreción de color blanco, cremoso con mal olor. En las plantas maduras, las hojas apicales están secas y erectas, aparecen brotes amarillos en la planta que se separan fácilmente del tallo. En el núcleo de las plantas infectadas con esta enfermedad, se observó pudrición acuosa del brote con semillas de tono color blanco perla, acuosas y fétidos (Sarria, et al. 2007).

Villavicencio y otros (2009), menciona para que las enfermedades no se conviertan en un problema grave para el cultivo, se debe llevar a cabo con regularidad las siguientes medidas preventivas:

- Utilizar semillas certificadas de híbridos resistentes.
- Controlar las malezas dentro y alrededor del cultivo.
- Evitar las siembras tardías, sobre todo en zonas húmedas.
- Alternar el cultivo con leguminosas.

#### **2.10.4. Problemas por insectos plagas**

##### **2.10.4.1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith)**

Corresponde al orden lepidóptero, familia *Noctuidae*, esta plaga ocasiona daños en los cogollos y las mazorcas. Las polillas adultas son de tono color pajizo y pueden medir entre 30 y 35 mm de ancho. Las hembras empiezan la oviposición 4-5 días posteriormente de la eclosión, llegando a poner hasta 100 huevos en conjuntos de 10-15, de tono color rosa pálido, que pronto se tornan más oscuros, de forma semiesférica y rayada, cubiertos de telarañas segregadas por la hembra. Al cabo de dos o tres días eclosionan las pequeñas larvas blancas, con dos puntos oscuros en cada segmento del cuerpo y una cabeza negra (Rincón, et al. 2000).

Las larvas que recién eclosionan se alimentan raspando la zona de las hojas, dejando la cutícula inferior casi sana; Posteriormente, los gusanos carcomen las hojas y las larvas más grandes penetran en los brotes con profundas picaduras, causando daños en los brotes posteriores y matando la planta. También al igual que los gusanos militares, que pueden entrar a la planta y comerse completamente las hojas (Rincón, et al. 2000).

##### **2.10.4.2. El barrenador del tallo (*Diatraea spp*, Walker)**

Pertenece al orden Lepidóptero de la familia *Pyrilidae*. Los adultos son de tono color rojo brillante, las alas anteriores presentan rayas y algunas manchas negras, las alas posteriores son de color amarillo pálido. La hembra coloca los huevos en forma de hileras, regularmente en el envés de las hojas, poniendo huevos elípticos de color amarillo claro. Las larvas se sustentan primero de hojas o brotes tiernos, posteriormente penetran el tallo y crean túneles longitudinales, provocando el debilitamiento de las plantas lo que conlleva a su caída (Rincón, et al. 2000).

#### **2.12 Híbrido del maíz**

Según Cazco (2006), afirma que el maíz es un cultivo ampliamente estudiado para la investigación genética. Su genotipo se está estudiando constantemente por ser una planta anual, cuenta con mucha información ya que tiene una parte materna (femenina) y paterna (masculina), lo que permite la recombinación (híbrida) diferente y crear nuevos híbridos para los mercados. El objetivo de estos cruces es lograr altos rendimientos en la producción. Por ello, se seleccionan a gran escala los cultivos más resistentes a virus, climatología adversa y plagas.

Tadeo (2000), señala que las semillas mejoradas son una inversión estratégica en la agricultura para ayudar a incrementar los rendimientos y la productividad y así poder satisfacer la demanda de alimentos y la competencia internacional. La baja estatura, que facilita la cosecha, son una de las ventajas de los híbridos que estamos estudiando actualmente, además de que hay híbridos disponibles para cada región del país.

### **2.12.1. Características agronómicas del híbrido D k7088**

Es un híbrido con una óptima tolerancia bajo distintas condiciones tropicales y una alta sanidad vegetal. Altamente adaptable para producir mayores rendimientos cuando se cosecha en diversas condiciones (DEKALB. sf).

ECUAQUIMICA (2010), señala las características agronómicas del híbrido DK 7088 son las siguientes:

**Tabla 2-3:** Características agronómicas del híbrido DK 7088

| <b>Características</b>        | <b>DEKALB 7088</b>              |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Días a la Floración           | 54                              |
| Días a cosecha                | 135                             |
| Altura de planta              | 2.32m                           |
| Altura de inserción a mazorca | 1.45m                           |
| Cobertura a mazorca           | Buena                           |
| Helminthosporium              | Tolerante                       |
| Cinta Roja                    | Tolerante                       |
| Mancha de Asfalto             | Tolerante                       |
| Pudrición de Mazorcas         | Muy Tolerante                   |
| Numero de hileras por Mazorca | 16 – 20                         |
| Color de Grano                | Amarillo, Anaranjado            |
| Textura de Grano              | Cristalino ligera capa harinosa |
| Relación Tuza/Grano           | 81/19                           |
| Potencia de Rendimiento       | 280 quintales                   |

**Fuente:** ECUAQUIMICA (2010)

**Realizado por:** Prado, 2023

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación del área de investigación

El presente trabajo experimental se lo realizó en la Finca Prado propiedad del Sr. Jaime Prado que se encuentra ubicado en la provincia de Orellana, cantón Joya de los Sachas, parroquia Tres de Noviembre, vía al balneario Yakuruna.



**Ilustración 3-1:** Ubicación del área de investigación

Fuente: Google maps

Realizado por: Prado, 2023.

**Tabla 3-1:** Localización del experimento

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| País      | Ecuador                        |
| Provincia | Orellana                       |
| Latitud   | -0.190118 o S 0°11'24.42336"   |
| Longitud  | -76.926177 o W 76°55'34.23612" |
| Altitud   | 320 msnm                       |

Realizado por: Prado, 2023.

### **3.2. Materiales**

- **Material experimental**

El material manejado para la investigación fue el cultivo de maíz variedad DEKALB 7088, para la implementación de diferentes tratamientos de fertilización.

- **Equipos y herramientas**

Bomba de motor de 25 litros, bomba de mochila de 20 litros, machete, balanza, flexómetro, baldes, espeque, regla.

- **Materiales de oficina**

Computadora, impresora, celular, libreta, esferográficos, papel bond, lápiz, borrador.

- **Insumos agrícolas**

Semillas de maíz DEKALB 7088, insecticidas, herbicidas, fertilizantes edáficos (Urea, Triple 15, Muriato de potasio).

### **3.3. Metodología**

#### ***3.3.1. Factores de Estudio***

El siguiente trabajo de titulación es de carácter investigativo, se partió de las necesidades y requerimientos nutricionales de la planta de maíz. El factor de estudio fue la fertilización, provocándose en diferentes niveles.

#### ***3.3.2. Análisis del suelo***

Antes de preparar el suelo para la respectiva siembra, se tomó una muestra de suelo muy cuidadosa del terreno, se procedieron a determinar en 25 sitios (submuestra homogénea) y se procedió a pesar 1 kg para su respectivo análisis en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), que se encuentra localizado en el cantón La Joya de Los Sachas.

**Tabla 3-2:** Análisis del suelo

| Detalles        | Valores          |
|-----------------|------------------|
| Textura         | Franco Arcilloso |
| pH              | 6                |
| M.O.            | 4%               |
| NH <sub>4</sub> | 32 ppm (M)       |
| P               | 60 ppm (A)       |
| K               | 50 ppm (A)       |

Fuente: INIAP, (2023).

Realizado por: Prado, 2023.

### 3.3.3. Diseño del experimento

Para ello se evaluaron cinco tratamientos, donde se ajustaron las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio a las necesidades nutricionales de las plantas de maíz, excluyendo un uso en cada tratamiento, además se agregó un testigo en el que no se realizó la fertilización. Los tratamientos se establecieron de acuerdo con los requerimientos del cultivo establecido por el autor (Aguilar, 2019 pp. 72-73). Cada uno de los tratamientos están especificados en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Diseño del experimento

| N°<br>Tratamientos | Dosis kg ha <sup>-1</sup> |    |     |
|--------------------|---------------------------|----|-----|
|                    | N                         | P  | K   |
| A                  | 180                       | 0  | 150 |
| b                  | 180                       | 60 | 0   |
| c                  | 180                       | 60 | 150 |
| d                  | 0                         | 60 | 150 |
| e (Testigo)        | 0                         | 0  | 0   |

Fuente: Valdez, 2020.

Realizado por: Prado, 2023.

Por otro lado, en la tabla 4-3 se mencionan las dosis de fertilizante divididas en tres fracciones de aplicación, respectivamente a los 8, 15 y 45 días después de la siembra, según a los tratamientos establecidos en el experimento.

**Tabla 3-4:** Tratamientos establecidos en el experimento

| N°<br>Tratamientos | 1ra aplicación<br>(8 días) |    |    | 2da aplicación<br>(15 días) |    | 3ra aplicación<br>(45 días) |    |
|--------------------|----------------------------|----|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|
|                    | N                          | P  | K  | N                           | K  | N                           | K  |
| a                  | 60                         | 0  | 50 | 60                          | 50 | 60                          | 50 |
| b                  | 60                         | 60 | 0  | 60                          | 0  | 60                          | 0  |
| c                  | 60                         | 60 | 50 | 60                          | 50 | 60                          | 50 |
| d                  | 0                          | 60 | 50 | 0                           | 50 | 0                           | 50 |
| e (Testigo)        | 0                          | 0  | 0  | 0                           | 0  | 0                           | 0  |

Realizado por: Prado, 2023.

### 3.3.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat, este programa nos permite hacer un análisis de la varianza y gráficos, también se ocupó el software IBM SPSS Statistics 26, la cual nos ayudó a complementar los análisis de supuestos como la distribución normal, homogeneidad de varianza y la independencia.

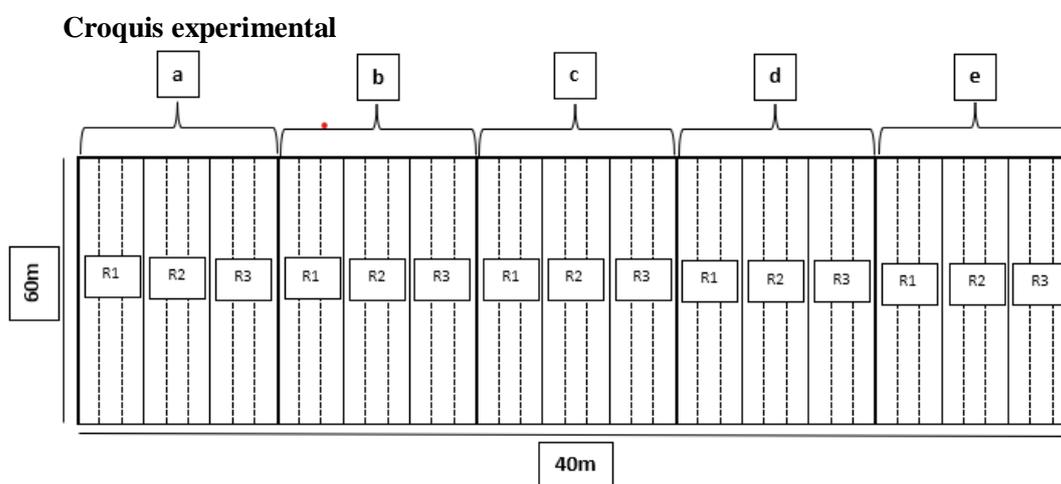
### 3.3.5. Característica del experimento

En este experimento se señaló con una etiqueta indicando el número de tratamientos correspondiente a la aplicación de fertilizantes, a continuación, se muestran las características de la unidad experimental en la tabla 5-3.

**Tabla 3-5:** Características del experimento

| Características                         |                     |
|---|---------------------|
| Dimensiones de cada unidad experimental | 60m*40m             |
| Área útil de cada unidad experimental   | 2200 m <sup>2</sup> |
| Distancia entre hileras                 | 0.80 m              |
| Distancia entre plantas                 | 0.20 m              |
| Número de tratamientos                  | 5                   |
| Número de plantas por hilera            | 288                 |
| Número de repeticiones                  | 3                   |
| Número de plantas por repetición        | 866                 |
| Número de plantas por tratamiento       | 2600                |
| Total, de parcelas experimentales       | 15                  |

Realizado por: Prado, 2023.

**Ilustración 3-2:** Croquis del experimento

Realizado por: Prado, 2023.

### 3.3.6. Manejo del experimento

#### *Preparación del suelo*

Se realizó la preparación del suelo mediante la desinfección del suelo con cal agrícola y aplicación de herbicida, dejando el terreno limpio y listo para realizar la siembra.

#### *Tratamiento a la semilla*

Para el tratamiento de las semillas, antes de realizar la siembra se impregna con el insecticida Thiodicarb con dosis de 1.50 litros por cada 50 kg de semilla, que tiene como finalidad brindar una protección inicial al momento de la siembra y así evitar daños iniciales causados por algunos insectos.

#### *Siembra*

Este experimento se realizó de forma manual utilizando espeques, el 4 de marzo del 2023, poniendo una semilla de maíz en cada hoyo, a una distancia de 20cm entre planta y 80cm entre surco, dando una población de aproximada de 62,500 plantas ha. También se procedió aplicar cal agrícola para corregir los niveles de acidez y aportar calcio para tener un buen crecimiento y desarrollo de la planta.

### ***Control de malezas***

En esta labor agrícola se realizó el control de las malezas, aplicando en pre-emergencia Glifosato en dosis de 1 litro por ha. A continuación, para el control post-emergente se utilizó Nicosulfurón. También cabe señalar que en la fase reproductiva se realizó un deshierbe manual para eliminar las malas hierbas y así poder evaluar con precisión la eficacia de los tratamientos.

### ***Fertilización***

En esta actividad agrícola se realizó la aplicación de los fertilizantes al suelo, de acuerdo a las dosificaciones que se establecieron en los tratamientos presentados anteriormente para el campo experimental, se realizó la fertilización alrededor de cada planta, las fertilizaciones aplicadas se realizaron en tres fracciones: la primera fertilización se le aplicó a los 8 días, luego de la siembra, aplicando nitrógeno, fósforo y potasio en las dosis adecuadas, se debe recordar que el fósforo solo se utiliza en la primera fertilización porque es un elemento de absorción lenta y la necesidad del mismo es mayor, especialmente durante la etapa de crecimiento inicial de la planta.

Las siguientes fracciones se fertilizaron cuando la planta de maíz alcanzó su estado vegetativo V6 y V10, esto quiere decir cuando las plantas tengan de 6 a 10 hojas, proporcionalmente; efectuando las fertilizaciones de los 15 y 45 días luego de la siembra.

### ***Control fitosanitario***

Se realizó fumigaciones utilizando el insecticida Crystomil (Methomyl), se hicieron aplicaciones de 200gr por ha, para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Además, se empleó aplicaciones como el fungicida Phyton (Sulfato de Cobre pentahidratado) para eliminar enfermedades como la Mancha de Asfalto.

### ***Cosecha***

La cosecha se realizó a los 65 días en su estado reproductivo (grano lechoso), en consideración que se vendieron en choclo, cabe mencionar que la cosecha se la realizó manualmente procediendo a retirar las mazorcas del espacio útil de cada tratamiento.

### **3.3.7. Variables evaluadas**

- **Altura de la planta**

Para la toma de datos de esta variable se midió la altura de 75 plantas, para cada una de las 3 repeticiones respectivamente, de cada tratamiento tomadas al azar de la parcela útil, se utilizó una cinta métrica para medir la base de la planta hasta el ápice de la hoja más alta, en tiempos de 15, 30 y 60 días luego de la siembra.

- **Número de hojas**

Para tomar el número de hojas que tiene cada planta, se contabilizaron 75 plantas, para cada una de las 3 repeticiones de cada tratamiento que fueron tomadas al azar de la parcela útil, se utilizó una libreta para la toma de datos en tiempos de 15, 30 y 60 días después de la siembra.

- **Incidencia**

Para calcular el porcentaje de incidencia se tomaron 75 plantas, para cada repetición de cada tratamiento, se utilizó una libreta para la toma de datos, en cada 10 plantas se contabilizó el número de hojas buenas y el número de hojas enfermas, por ejemplo, si tiene la planta el mismo número de hojas buenas y malas se establecía como dato que tiene el 50 %, respectivamente.

- **Severidad**

Para esta variable se toma las mismas plantas que se calculó el porcentaje de incidencia, se utilizó una libreta para la toma de datos, se tomó una hoja enferma de la planta, se la dobló en cuatro partes iguales que quiere decir que parte tiene un 25 %, si la enfermedad estaba hasta la mitad de la hoja quiere decir que tiene el 50% de severidad, respectivamente.

- **Peso de la mazorca**

En esta variable se selecciona 75 mazorcas al azar para cada repetición y fueron pesadas en una balanza y así poder registrar el peso en gramos.

- **Longitud de la mazorca**

Para la medición de la longitud de las mazorcas se determinó mediante la elección de 75 mazorcas al azar de la parcela y se procedió a medir con la ayuda de la cinta métrica comenzando con la base de la mazorca hasta la punta y así poder expresar el dato obtenido en centímetros.

- **Número de mazorcas por planta**

En esta variable se contabilizaron 75 plantas al azar, en cada planta se contó cuantos choclos tenía, así respectivamente con las demás plantas.

- **Rentabilidad**

Para determinar la rentabilidad se deben conocer los costos que se utilizaron para obtener un mejor rendimiento de maíz. Por ello se comenzó a calcular el costo de producción. Una vez logrado esto, necesitamos estimar el precio de los choclos, saber el valor por cada 100 choclos nos da conocer nuestra ganancia.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Altura de la planta después de la siembra a los 15, 30 y 60 días

Según Salazar (2015, p. 95) en su investigación pudo encontrar un efecto negativo en los casos de la altura de la planta de maíz y el diámetro de la planta, esto lo afirmó debido a la deficiencia de fosforo.

En la tabla 4-1 se registraron valores medios, relacionados con la altura de la planta a los 15, 30 y 60 días, después de la siembra. Se efectuó el análisis de varianza donde los tratamientos evaluados tuvieron significancia estadística.

La altura a los 15 días después de la siembra presentó diferencia estadística entre los valores promedios obtenidos, donde el tratamiento A presentó plantas más altas con una altura de 37,02 cm, en relación con el tratamiento E, presentó el valor promedio más bajo, con una altura de 31,44 cm.

Posteriormente, la altura a los 30 días de la siembra el tratamiento C registró plantas de mayor altura con 128,95 cm significativamente, superiores estadísticamente al tratamiento E con plantas con menor altura de 87,74 cm.

Finalmente, a los 60 días se presentó diferencia estadística, donde el tratamiento C conservó la altura mayor con 238,92 cm, superior al tratamiento E que registraron alturas de menor tamaño con 175,91 cm.

**Tabla 4-1:** Altura de la planta

| Tratamientos                | Altura de la planta |          |          |
|-----------------------------|---------------------|----------|----------|
|                             | 15 días             | 30 días  | 60 días  |
| A 180 N - 0 P2O5 - 150 K2O  | 37,02 d             | 124,05 c | 232,00 c |
| B 180 N - 60 P2O5 - 0 K2O   | 33,65 b             | 113,42 b | 225,95 b |
| C 180 N - 60 P2O5 - 150 K2O | 34,50 c             | 128,95 e | 238,92 d |
| D 0 N - 60 P2O5 - 150 K2O   | 34,63 c             | 126,90 d | 233,97 c |
| E 0 N - 0 P2O5 - 0 K2O      | 31,44 a             | 87,74 a  | 175,91 a |
| <b>Promedio</b>             | 34,25               | 116,21   | 221,35   |

---

**Error estándar**

0,11

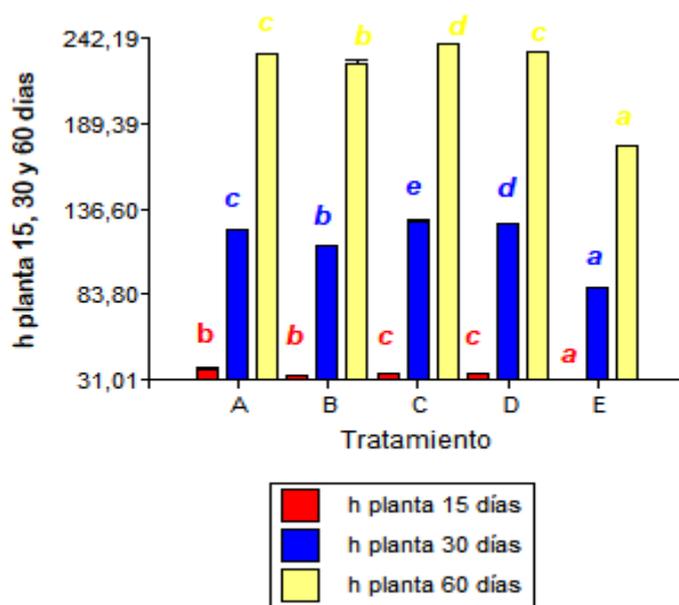
0,26

1,19

---

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Realizado por: Prado, 2023.



**Ilustración 4-1:** Altura de la planta

Realizado por: Prado, 2023.

#### 4.2. Número de hojas de la planta a los 15, 30 y 60 días

Menciona Bejarano (2007, p. 64) en su artículo que, con aplicaciones tempranas de fertilización de N, se puede llegar a obtener un mayor número de hojas en la planta.

En la siguiente tabla 4-2 se muestran los promedios, relacionados con el número de hojas de la planta a los 15, 30 y 60 días, se efectuó el análisis de varianza donde los tratamientos evaluados tuvieron significancia estadística.

Los tratamientos estimados registraron diferencias estadísticas, donde la aplicación 180 N, 60 P2O5 y 0 K2O del tratamiento B evaluó el mayor número de hojas registrados a los 15 días, con un promedio de 5,45, superiores al tratamiento E que registro el menor número de hojas con un promedio de 5,05.

A continuación, a los 30 días el tratamiento B de igual manera obtuvo el mayor número de hojas con un promedio de 11,07, superiores al tratamiento E que registro el menor número de hojas con un promedio de 9,71.

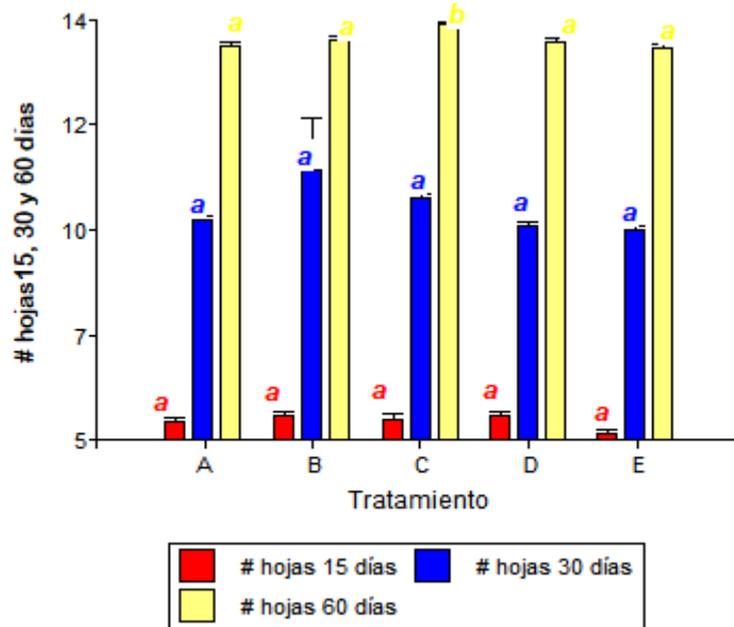
Finalmente, a los 60 días el tratamiento C llegó obtener el mayor número de hojas con un promedio de 14,36, mayor al tratamiento E que obtuvo el menor número de hojas con un promedio de 13,85.

**Tabla 4-2:** Número de hojas

| Tratamientos                | Número de hojas |         |         |
|-----------------------------|-----------------|---------|---------|
|                             | 15 días         | 30 días | 60 días |
| A 180 N - 0 P2O5 - 150 K2O  | 5,32 a          | 9,92 a  | 13,89 a |
| B 180 N - 60 P2O5 - 0 K2O   | 5,45 a          | 11,07 a | 14,00 a |
| C 180 N - 60 P2O5 - 150 K2O | 5,39 a          | 10,44 a | 14,36 b |
| D 0 N - 60 P2O5 - 150 K2O   | 5,35 a          | 9,80 a  | 13,96 a |
| E 0 N - 0 P2O5 - 0 K2O      | 5,05 a          | 9,71 a  | 13,85 a |
| <b>Promedio</b>             | 5,31            | 10,19   | 14,02   |
| <b>Error estándar</b>       | 0,12            | 0,54    | 0,09    |

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Realizado por: Prado,2023.



**Ilustración 4-2:** Altura de la planta

Realizado por: Prado,2023.

### 4.3. Porcentaje de incidencia y severidad de la planta

Los promedios referentes a la incidencia y severidad de la planta se observan en la siguiente tabla 4-3, donde se registró el porcentaje de incidencia en la cual nos revela la cantidad de plantas enfermas con respecto al total de plantas evaluadas y el porcentaje de severidad que nos permite

registrar la frecuencia con la que se presentan las diferentes categorías de daño en relación con el total de plantas enfermas como lo menciona (Rodríguez, 2018).

El tratamiento con mayor incidencia a enfermedades es el tratamiento A con un promedio de 8,53 estadísticamente en relación con los otros tratamientos que tienen un promedio 0,40 y 1,60; Cabe mencionar que el tratamiento testigo obtuvo menor porcentaje con un promedio de 3,33. Se puede deducir como lo menciona (Velazco, 2019) que un exceso y deficiencia de nutrientes provoca enfermedades hojas oscuras, un crecimiento exuberante, menos flores y plantas con mayor susceptibilidad a enfermedades y estrés hídrico.

Finalmente, el tratamiento con mayor porcentaje de severidad es el tratamiento A con un porcentaje de 11,67. En comparación con el testigo con un promedio de 4,67 los tratamientos B, C y D son menores. El Tratamiento C es el que tiene menor porcentaje de incidencia con un promedio de 0,40 y severidad con un promedio de 0,33 por ende es el mejor tratamiento que da resultados positivos.

**Tabla 4-3:** Incidencia % y severidad% de la planta

| <b>Tratamientos</b>         | <b>Incidencia%</b> | <b>Severidad%</b> |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| A 180 N - 0 P2O5 - 150 K2O  | 8,53 b             | 11,67 a           |
| B 180 N - 60 P2O5 - 0 K2O   | 1,60 a             | 2,33 a            |
| C 180 N - 60 P2O5 - 150 K2O | 0,40 a             | 0,33 a            |
| D 0 N - 60 P2O5 - 150 K2O   | 1,07 a             | 1,67 a            |
| E 0 N - 0 P2O5 - 0 K2O      | 3,33 a             | 4,67 a            |
| <b>Promedio</b>             | 2,99               | 4,13              |
| <b>Error estándar</b>       | 1,04               | 1,39              |

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Realizado por: Prado,2023.

#### **4.4. Peso de las mazorcas en m<sup>2</sup> y rendimiento en kg/ha**

En la tabla 4-4 se muestra el peso de las mazorcas en m<sup>2</sup> y el rendimiento en kg/ha, donde se efectuó el análisis de varianza donde los tratamientos registraron significancia estadística.

El peso de las mazorcas en m<sup>2</sup> reflejo diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos, donde el tratamiento C obtuvo el mayor peso con 1,11 kg estadísticamente superiores frente al tratamiento E que registró el menor peso con 0,52 kg.

Posteriormente, en la evaluación del rendimiento por hectárea los promedios mostraron diferencias estadísticas, en donde, el estudio del tratamiento C registró el mayor promedio con 11100 kg/ha, superior al tratamiento E siendo el promedio menor con 5200 kg/ha.

**Tabla 4-4:** Peso (kg/m<sup>2</sup>) y Rendimiento mazorca (kg/ ha)

| Tratamientos  | Peso (kg/m <sup>2</sup> ) | Rendimiento mazorca (kg/ ha) |
|---|---------------------------|------------------------------|
| A 180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O  | 0,74 b                    | 7400 b                       |
| B 180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O   | 0,92 c                    | 9200 d                       |
| C 180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O | 1,11 e                    | 11100 e                      |
| D 0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O   | 1,01 d                    | 10100 c                      |
| E 0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O      | 0,52 a                    | 5200 a                       |
| <b>Promedio</b>   | 0,86                      | 8600                         |
| <b>Error estándar</b>   | 0,06                      | 0,06                         |

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Realizado por: Prado,2023.

#### 4.5. Análisis económico

En la siguiente tabla 4-5 se presenta el análisis económico de la investigación de los rendimientos y costos obtenidos, donde se muestra que el uso de los fertilizantes da resultados económicamente beneficiosos, teniendo el tratamiento C el mayor relación costo-beneficio de 3,57 con una utilidad neta de \$4253,71 con un margen de utilidad de 158%, el costo total de procesamiento es de \$1650,55 y el ingreso total es de \$5904,26. Por otro lado, el tratamiento E, sin fertilizar, presentó la menor utilidad, con un margen de utilidad de 32,71% y una relación costo-beneficio de 2,32 con una utilidad neta de \$1135,02.

**Tabla 4-5:** Análisis económico

| Tratamientos | Rendimiento | Ingreso  |          | Utilidad | Relación B/C | Rentabilidad % |
|--------------|-------------|----------|----------|----------|--------------|----------------|
|              | kg/ha       | Bruto \$ | Costo \$ | Neta \$  |              |                |
| A            | 7400        | 5068,49  | 1498,67  | 3569,82  | 3,38         | 138            |
| B            | 9200        | 5380,12  | 1567,88  | 3812,24  | 3,43         | 143            |
| C            | 11100       | 5904,26  | 1650,55  | 4253,71  | 3,58         | 158            |
| D            | 10100       | 5580,11  | 1599,75  | 3980,36  | 3,49         | 149            |
| E            | 5200        | 1990,28  | 855,26   | 1135,02  | 2,33         | 32,71          |

Realizado por: Prado, 2023.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El correcto uso de fertilizantes en el tratamiento c) (Fertilización completa), permitió obtener plantas más altas, mayor número de hojas y plantas más resistentes a enfermedades con valores promedio superiores a las cultivadas en condiciones sin los nutrientes necesarios para el crecimiento.
- La mayor relación costo-beneficio fue de 3.58, logrado mediante la aplicación de fertilización completa en el tratamiento c), los mismos que registraron una alta rentabilidad de 158% y una utilidad neta de \$4353.7, estos valores se obtuvieron mediante la venta de choclo tierno, lo que permitió triplicar nuestras ganancias.

## **5.2. Recomendaciones**

- Implementar nuevas dosis de fertilizantes correspondientes a NPK y tomar en cuenta el uso de elementos menores y sus efectos en el desarrollo y producción de maíz. Determinar la condición inicial del suelo determinando las necesidades de los cultivos y evitar el agotamiento de los nutrientes en el suelo.
- Informar los hallazgos de estudio conseguidos en la presente investigación y difundir mediante capacitaciones técnicas a los productores de maíz sobre cómo la dosis de fertilizante que resulta de este estudio afecta notablemente la respuesta de las plantas de maíz.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA & ROSA.** "Cultivos Tropicales. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba". *SciELO*. [en línea], pp.113-114. ISSN 0258-5936. [Consulta: 03 mayo 2023.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362009000200016](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016)

**AKINKUOLERE & OBEMBE.** *Eficacia de los extractos de semilla de marañón en el control del picudo del maíz, Sitophilus zeamais (Coleópteros: Curculionidae)*. Akure-Nigeria. Departamento de Biología, Programa de Tecnología de Almacenamiento de Alimentos, Universidad Federal de Tecnología, 2019, pp. 831-839.

**AGUILAR & FABIAN.** "Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas" *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*, n° 15 (2019) (Ecuador) pp. 72-73.

**BENÍTEZ & CLAUDIA GUADALUPE.** "El maíz: origen, composición química y morfología" *UNAM*, n° 7 (2007), (México) pp. 12-13.

**CARRILLO, et al.** *Manejo de la fertilización en maíz duro* : Quevedo, EC: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas, 2019. pp. 28-29.

**CAVIEDES, et al.** "Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador". *Avances en ciencias e ingenierías*, vol. 14, n° 1 (2022), (Ecuador) pp. 2-3.

**CEPEDA & WILSON.** "Efecto de 3 formas de fertilización en cultivo de Maíz" *Revista Colombiana de Ciencia Animal RECIA*, vol.12, n° 1 (2020), (Ecuador) pp. 3-4.

**EGUEZ, JOSÉ & PINTADO, PABLO.** *INIAP –H-824 Lojanito. Nuevo híbrido simple de maíz amarillo duro* [blog]. Zapotillo-Ecuador [Consulta: 31 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4324>

**Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).** *Base de datos de producción agropecuaria* . 2017.

**GADPO.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Orellana 2020.* [blog].Orellana-Ecuador [Consulta: 03 mayo 2023.] Disponible: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcleftindmkaj/https://www.gporellana.gob.ec/resources/uploads/desarrollo/2020/ORDENANZA-Y-ACTUALIZACION-93N-PDOT\_INCLUYE-POST-PANDEMIA-FUSIONADO\_compressed.pdf

**GOLIK & SIMÓN.** *Cereales de verano.* La Plata : Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2018. pp. 10-32.

**GUILLIN, et al.** "Evaluación socioeconómica de la producción de maíz en la zona norte de la provincia de Los Ríos". *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, vol. 10, n° (2020) (Ecuador) pp. 15-17.

**MAG.** *Dirección Distrital del MAG en Orellana fortalece el sector agropecuario.* [blog]. Orellana-Ecuador, 2021. [Consulta: 07 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/direccion-distrital-del-mag-en-orellana-fortalece-el-sector-agropecuario/>.

**MÉNDEZ & BARCELÓ.** *Percepción de los productores de maíz (ZEA mays, L.) sobre sus plagas claves: principales aspectos agroecológicos en áreas agrícolas de Venezuela.* Editorial Universitaria, Cuba 2016. 9789591630131 pp. 12-15.

**MENDOZA, et al.** *Estado actual de la producción de maíz en Ecuador.* INIAP-EESC Quito, Ecuador: 2022. 978-9972-44-100-4 pp. 18-19.

**NARANJO, et al.** "Evaluación socioeconómica de la producción de maíz en la zona norte de la provincia de Los Ríos". *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, vol. 4 n° 2 (2020), (Ecuador), pp. 77-79.

**RODRIGUEZ & OTROS.** *Fertilización razonada del maíz.* [blog]. [Consulta: 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/181121-Fertilizacion-razonada-del-maiz.html>.

**SUÁREZ, et al.** *1er Congreso internacional: Determinación de Enfermedades Fúngicas de Arroz (Oryza sativa L.) en la Provincia de Orellana.* Orellana-Sacha-Ecuador:INIAP/AGLATAM, 2018 p. 1-8, 2018 (987-9942-35—604-8). pp. 5-8.

**TRIVIÑO & VILLENA.** "La industria del maíz y su incidencia en la matriz productiva del Ecuador en el período 2013-2017". *Revista ESPACIOS*, Vol. XL, n°14 (2019), (Ecuador) pp. 6-7.

Cristian Tenelanda.



## ANEXOS

### ANEXO A. TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA

**Tabla 1:** Análisis de varianza de la altura a los 15 días después de la siembra

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>     | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 1530,71                  | 4             | 382,68                | 450,69   | <0,0001        |
| Tratamiento                    | 1530,71                  | 4             | 368,68                | 450,69   | <0,0001        |
| Error                          | 314,16                   | 370           | 0,85                  |          |                |
| Total                          | 1844,87                  | 374           |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 0,11<br>34,25 |                       |          |                |

**Tabla 2:** Análisis de varianza de la altura a los 30 días

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>      | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 86743,20                 | 4              | 21685,55              | 4388,13  | <0,0001        |
| Tratamiento                    | 86743,20                 | 4              | 21685,55              | 4388,13  | <0,0001        |
| Error                          | 1828,49                  | 370            | 4,94                  |          |                |
| Total                          | 88570,70                 | 374            |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 0,26<br>116,21 |                       |          |                |

**Tabla 3:** Análisis de varianza de la altura a los 60 días

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>      | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 204832,81                | 4              | 51208,20              | 482,70   | <0,0001        |
| Tratamiento                    | 204832,81                | 4              | 51208,20              | 482,70   | <0,0001        |
| Error                          | 39252,55                 | 370            | 106,09                |          |                |
| Total                          | 244085,35                | 374            |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 1,19<br>221,35 |                       |          |                |

## ANEXO B. TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE HOJAS

**Tabla 4:** Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días después de la siembra

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>    | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 8,27                     | 4            | 2,07                  | 1,82     | <0,1250        |
| Tratamiento                    | 8,27                     | 4            | 2,07                  | 1,82     | <0,1250        |
| Error                          | 421,07                   | 370          | 1,14                  |          |                |
| Total                          | 429,33                   | 374          |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 0,12<br>5,31 |                       |          |                |

**Tabla 5:** Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>     | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 96,72                    | 4             | 24,18                 | 1,11     | <0,3500        |
| Tratamiento                    | 96,72                    | 4             | 24,18                 | 1,11     | <0,3500        |
| Error                          | 8038,21                  | 370           | 21,72                 |          |                |
| Total                          | 8134,93                  | 374           |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 0,54<br>10,19 |                       |          |                |

**Tabla 6:** Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días

| <b>Fuente de Variación</b>     | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b>     | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                         | 12,24                    | 4             | 3,06                  | 5,43     | <0,0003        |
| Tratamiento                    | 12,24                    | 4             | 3,06                  | 5,43     | <0,0003        |
| Error                          | 208,69                   | 370           | 0,56                  |          |                |
| Total                          | 220,93                   | 374           |                       |          |                |
| <b>Error estándar Promedio</b> |                          | 0,09<br>14,02 |                       |          |                |

**ANEXO C. TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS PLANTAS**

**Tabla 7:** Análisis de varianza de la incidencia de la planta

| <b>Fuente de Variación</b> | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|----------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                     | 3238,93                  | 4         | 809,73                | 10,05    | <0,0001        |
| Tratamiento                | 3238                     | 4         | 809,73                | 10,05    | <0,0001        |
| Error                      | 29816,00                 | 370       | 80,58                 |          |                |
| Total                      | 33054,93                 | 374       |                       |          |                |
| <b>Error estándar</b>      |                          | 1,04      |                       |          |                |
| <b>Promedio</b>            |                          | 2,99      |                       |          |                |

**Tabla 8:** Análisis de varianza de la severidad de la planta

| <b>Fuente de Variación</b> | <b>Suma de Cuadrados</b> | <b>gl</b> | <b>Cuadrado Medio</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
|----------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------|----------------|
| Modelo                     | 6060,00                  | 4         | 1515,00               | 10,42    | <0,0001        |
| Tratamiento                | 6060,00                  | 4         | 1515,00               | 10,42    | <0,0001        |
| Error                      | 53783,33                 | 370       | 145,36                |          |                |
| Total                      | 59843,33                 | 374       |                       |          |                |
| <b>Error estándar</b>      |                          | 1,39      |                       |          |                |
| <b>Promedio</b>            |                          | 4,13      |                       |          |                |

## ANEXO D. COSTOS FIJOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 9:** Costos fijos del análisis económico de la investigación

| Descripción                  | Cantidad | \$  | Total        |
|------------------------------|----------|-----|--------------|
| <b>Preparacion del suelo</b> |          |     |              |
| Limpieza del terreno         | 3        | 15  | 45           |
| <b>Siembra</b>               |          |     |              |
| Semilla (Dekalb 7088)        | 1        | 175 | 175          |
| Tratamiento                  | 1        | 3,5 | 3,5          |
| Mano de obra                 | 5        | 15  | 75           |
| <b>Control de malezas</b>    |          |     |              |
| Glifosato                    | 1        | 8   | 8            |
| Amina                        | 3        | 5   | 15           |
| Mano de obra                 | 2        | 15  | 30           |
| <b>Bioestimulante</b>        |          |     |              |
| Extracto de algas            | 1        | 7   | 7            |
| Mano de obra                 | 1        | 15  | 15           |
| <b>Control fitosanitario</b> |          |     |              |
| Suko                         | 2        | 10  | 20           |
| Phyton                       | 2        | 12  | 24           |
| Mano de obra                 | 4        | 15  | 60           |
| <b>Fertilizacion</b>         |          |     |              |
| Urea                         | 1        | 54  | 54           |
| DAP                          | 1        | 60  | 60           |
| Muriato                      | 1        | 45  | 45           |
| Mano de obra                 | 4        | 15  | 60           |
| <b>TOTAL</b>                 |          |     | <b>696,5</b> |

**ANEXO E. EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO**



*Ilustración 1. Preparación del terreno antes de la siembra*



*Ilustración 2. Siembra de las parcelas*



*Ilustración 3. Fumigación de insecticida para erradicar la plaga*



*Ilustración 4. Daños visibles del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)*



*Ilustración 6. Fertilización con triple 15*



*Ilustración 5. Edad de la planta a los 60 días*



*Ilustración 7. Registro de altura de la planta*



*Ilustración 8. Choclo tierno a los 85 días*



*Ilustración 9. Muestras de choclo tierno ordenados de acuerdo con sus tratamientos*



*Ilustración 10. Muestras de choclo tierno*



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 20/ 01/ 2024

|   |
|---|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>  |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Anthony Joel Prado Ruiz                 |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>                                    |
| <b>Facultad:</b> Recursos Naturales                                 |
| <b>Carrera:</b> Agronomía   |
| <b>Título a optar:</b> Ingeniero Agrónomo                           |
| <b>f. responsable:</b> Ing. Cristian Sebastian Tenelanda Santillan. |

*Cristian Tenelanda.*

Ing. Cristian Sebastian Tenelanda. S

Ci: 060468670-9



1982-DBRA-UPT-2023